

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-253830

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 22 C 19/05  
C 30 B 21/02  
29/52

識別記号 序内整理番号  
7202-4G

F I  
C 22 C 19/05  
C 30 B 21/02  
29/52

技術表示箇所  
C

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全5頁)

(21) 出願番号 特願平7-81698  
(22) 出願日 平成7年(1995)3月14日

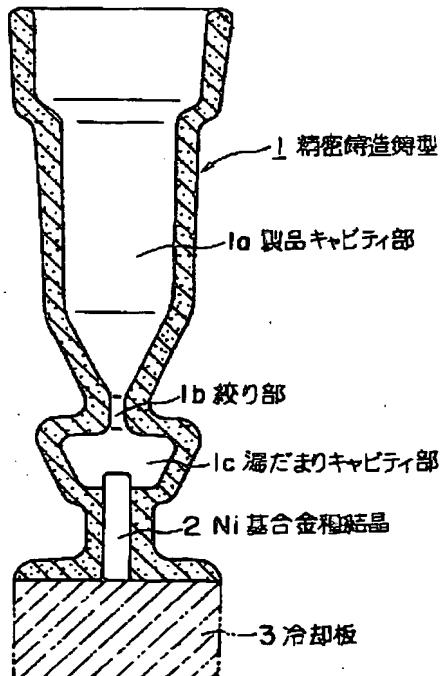
(71) 出願人 000006264  
三菱マテリアル株式会社  
東京都千代田区大手町1丁目5番1号  
(72) 発明者 三橋 章  
埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱マテリアル株式会社中央研究所内  
(74) 代理人 弁理士 富田 和夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高い単結晶化率を有する単結晶Ni基合金焼物の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 高い単結晶化率を有する単結晶Ni基合金焼物を製造する。

【構成】 製品キャビティ部の下端に、絞り部を介して湯だまりキャビティ部を設け、前記湯だまりキャビティ部を底部中心にNi基合金種結晶の上端部が露出した密閉空間とし、かつ前記Ni基合金種結晶の下端部が焼型底面に露出した構造を有する精密铸造焼型を用いると共に、前記Ni基合金種結晶を、重量%で、Cr: 9~11%、Mo: 0.5~0.8%、W: 5.5~6.8%、Ta: 5.2~6%、Al: 5~6%、Ti: 1.8~2.5%、Co: 4.2~4.8%、Re: 0.05~0.5%を含有し、さらに必要に応じてSi: 0.01~0.3%を含有し、残りがNiと不可避不純物からなる組成を有するNi基合金で構成して、前記Ni基合金種結晶と同じ組成をもった単結晶Ni基合金焼物を製造する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 製品キャビティ部の下端に、絞り部を介して湯だまりキャビティ部を設けると共に、前記湯だまりキャビティ部を、底部中心にNi基合金種結晶の上端部が露出した密閉空間とし、かつ前記Ni基合金種結晶の下端面が鋳型底面に露出した構造を有する精密鋳造鋳型を用い、

上記精密鋳造鋳型を冷却板上に載置して、上記鋳型底面および種結晶下端面を上記冷却板に当接させ、

加熱帶域内に置かれた上記精密鋳造鋳型にNi基合金溶湯を鋳造し、

上記Ni基合金種結晶と上記Ni基合金溶湯を、重量%で、

Cr: 9~11%、Mo: 0.5~0.8%、

W: 5.5~6.8%、Ta: 5.2~6%、Al: 5~6%、Ti: 1.8~2.5%、

Co: 4.2~4.8%、Re: 0.05~0.5%、を含有し、さらに、

Si: 0.01~0.3%、を含有し、または含有せず、残りがNiと不可避不純物からなる組成を有するNi基合金で構成し、

引続いて、上記精密鋳造鋳型を下方から徐々に加熱帶域外へ移行して冷却すること、を特徴とする高い単結晶化率を有する単結晶Ni基合金鋳物の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、単結晶Ni基合金鋳物を高い単結晶化率で製造する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、一般に、結晶方位が例えば(100)の一方向凝固組織を有する単結晶Ni基合金鋳物は、通常のNi基合金鋳物に比して高温強度にすぐれることから、航空機や陸船用ガスタービンのエンジンブレードなどとして広く実用に供されている。また、上記単結晶Ni基合金鋳物が、図3に概略縦断面図で示され、かつ例えば特公平5-69079号公報の第7図に示されるように、製品キャビティ部1aの下端に、絞り部1bを介して底面開放の湯だまりキャビティ部1cを設けた構造の精密鋳造鋳型1を用い、この精密鋳造鋳型1を、上面中央にNi基合金種結晶2がセットされた冷却板、例えば水冷鋼板3上に載置し、前記湯だまりキャビティ部1cを冷却板3の上面と直接隣接させ、ついで加熱帶域内に置かれた前記精密鋳造鋳型にNi基合金溶湯を鋳造し、引続いて、前記精密鋳造鋳型を下方から徐々に加熱帶域外へ移行して冷却することにより製造されることも知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一方、近年、例えば各種ガスタービンエンジンに対する高出力化の要求は強く、これに伴ない前記エンジンも大型化の傾向にあるが、上記の従来単結晶Ni基合金鋳物の製造方法を用いて、例えば大型のエンジンブレードを製造した場合、単結晶化が低下する現象が現われ、この現象は大型になればなるほど著しくなり、高温強度の低下は避けられないのが現状である。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者等は、上述のような観点から、大型化しても高い単結晶化率を示す単結晶Ni基合金鋳物を製造すべく、上記の従来方法に着目して研究を行なった結果、(a) 図1に概略縦断面図で、図2(a)~(d)に要部概略縦断面図で示される通り、湯だまりキャビティ部1cを、底部中心にNi基合金種結晶2の上端部が露出した密閉空間、すなわち球形、円板形、あるいは円柱形などの密閉空間と共に、前記Ni基合金種結晶の下端面を鋳型底面に露出させて、冷却板上に載置した場合に鋳型底面と前記種結晶の下端面が前記冷却板に当接するようにした構造の精密鋳造鋳型を用い、(b) かつ上記Ni基合金種結晶と上記精密鋳造鋳型に鋳造されるNi基合金溶湯(鋳物)を、重量%で(以下、%は重量%を示す)、

Cr: 9~11%、Mo: 0.5~0.8%、W: 5.5~6.8%、Ta: 5.2~6%、Al: 5~6%、Ti: 1.8~2.5%、

Co: 4.2~4.8%、Re: 0.05~0.5%、を含有し、さらに、Si: 0.01~0.3%、を含有せず、残りがNiと不可避不純物からなる組成を有するNi基合金に特定すると、この結果

30 製造された単結晶Ni基合金鋳物は大型のものでもきわめて高い単結晶化率を示すようになるという研究結果を得たのである。

【0005】この発明は、上記の研究結果にもとづいてなされたものであって、製品キャビティ部の下端に、絞り部を介して湯だまりキャビティ部を設けると共に、前記湯だまりキャビティ部を、底部中心にNi基合金種結晶の上端部が露出した密閉空間とし、かつ前記Ni基合金種結晶の下端面が鋳型底面に露出した構造を有する精

40 密鋳造鋳型を用い、上記精密鋳造鋳型を冷却板上に載置して、上記鋳型底面および種結晶下端面を上記冷却板に当接させ、加熱帶域内に置かれた上記精密鋳造鋳型にNi基合金溶湯を鋳造し、上記Ni基合金種結晶と上記Ni基合金溶湯を、Cr: 9~11%、Mo: 0.5~0.8%、W: 5.5~6.8%、Ta: 5.2~6%、Al: 5~6%、Ti: 1.8~2.5%、Co: 4.2~4.8%、Re: 0.05~0.5%、を含有し、さらに、Si: 0.01~0.3%、を含有せず、残りがNiと不可避不純物からなる組成を有するNi基合金

で構成し、引続いて、上記精密铸造鋳型を下方から徐々に加熱帶域外へ移行して冷却すること、により高い単結晶化率を有する単結晶Ni基合金鋳物を製造する方法に特徴を有するものである。

【0006】なお、この発明の方法におけるNi基合金種結晶および精密铸造鋳型に铸造されるNi基合金溶湯の組成は、特開平3-10039号公報に「高温強度および高温耐食性にすぐれたNi基単結晶合金」として開示されているものと同じであるが、この組成の単結晶Ni基合金鋳物を、図3に示される構造の精密铸造鋳型を用いて製造した場合には、大型になると単結晶化率の低下は避けられず、図1、図2(a)～(d)に示される構造の精密铸造鋳型を用いて製造した場合に大型の単結晶Ni基合金鋳物でも高い単結晶化率を示すようになるのである。

#### 【0007】

【実施例】つぎに、この発明の方法を実施例により具体的に説明する。まず、高周波誘導真空溶解炉で、Cr: 10.3%、Mo: 0.64%、W: 6.2%、Ta: 5.6%、Al: 5.2%、Ti: 2.3%、Co: 4.6%、Re: 0.23%、Niおよび不可避不純物からなる組成をもった種結晶(a)製造用Ni基合金と、Cr: 10.8%、Mo: 0.58%、W: 6.1%、Ta: 5.6%、Al: 5.7%、Ti: 2.3%、Co: 4.5%、Re: 0.12%、Si: 0.16%、Niおよび不可避不純物：残りからなる組成をもった種結晶(b)製造用Ni基合金をそれぞれ溶製し、ロストワックス法にて製造した特開平2-92888号公報に記載されると同じ形状をもたらせん状セレクター(アルミナ製シェル鋳型)に铸造して、結晶方位が(100)にして直径: 10mm×長さ: 100mmの寸法をもったNi基合金種結晶(a)および(b)をそれぞれ製造した。

【0008】また、精密铸造鋳型本体として、同じくロストワックス法を用い、いずれも、  
湯口キャビティ部：上端直径150mm×高さ100mm、  
押湯キャビティ部：直径60mm×高さ40mm、  
製品キャビティ部：幅70mm×厚さ10mm×長さ150mm、  
絞り部：内径3.5mm×長さ6.5mm  
の寸法を有するが、湯だまりキャビティ部を、それぞれ、(1) 最大直径25mm×最小直径17mm×高さ12mmの寸法をもった図1に示される円錐台形状、(2) 直径24mmの図2(a)に示される球形状、(3)

直径26mm×高さ14mmの寸法をもった図2(b)に示される円板形状、(4) 直径20mm×高さ20mmの寸法をもった図2(c)に示される円柱形状、(5) 直径25mm×高さ15mmの寸法をもった図2(d)に示される円板形状、とした5種類の精密铸造鋳型本体(厚さ: 6mmのアルミナ系シェル鋳型)を製造し、これの底部に、それぞれ表1に示される組合せで上記Ni基合金の種結晶(a)または(b)を、切削加工により直径: 6mm×長さ: 23mmに寸法調整して組込んで、前記種結晶の上端部が湯だまりキャビティ部内に露出し、その下端面が鋳型底面に露出した構造の精密铸造鋳型をそれぞれ形成した。

【0009】ついで、上記精密铸造鋳型を水冷銅板(冷却板)の上面に載置して鋳型底面と種結晶の下端面を前記冷却板と当接させ、この状態で前記精密铸造鋳型を、これの周囲に形成した加熱帶域にて1550℃に加熱し、これにそれぞれ表1に示される組合せで、同じく高周波誘導真空溶解炉で溶製した、Cr: 9.6%、Mo: 0.72%、W: 6.6%、Ta: 5.3%、Al: 5.6%、Ti: 1.9%、Co: 4.6%、Re: 0.41%、Niおよび不可避不純物：残りからなる組成をもったNi基合金溶湯(1)、またはCr: 10.6%、Mo: 0.56%、W: 6.7%、Ta: 5.8%、Al: 5.9%、Ti: 2.3%、Co: 4.4%、Re: 0.21%、Si: 0.13%、Niおよび不可避不純物：残りからなる組成をもったNi基合金溶湯(2)を铸造し、铸造後、前記加熱帶域を1550℃に保持しながら、前記精密铸造鋳型を220mm/hrの速度で垂直に引き下げることにより本発明法1～5を実施し、結晶方位が(100)の単結晶Ni基合金鋳物をそれぞれ製造した。

【0010】また、比較の目的で、精密铸造鋳型の湯だまりキャビティ部を、図3に示される通り底面開放とし、かつ底面直径: 45mm×高さ: 20mmの寸法とすると共に、冷却板の中央にセットされる上記種結晶(a)および(b)の寸法を直径: 10mm×厚さ: 8mmとする以外は同一の条件で従来法1、2を行ない、同じく単結晶Ni基合金鋳物をそれぞれ製造した。この結果得られた単結晶Ni基合金鋳物の上端部、中央部、および下端部の水平断面における結晶方位が(100)の面積割合を、マクロエッティング処理面の画像解析にて測定した。この測定結果を表1に示した。

#### 【0011】

【表1】

種類		精密鋳造鋳型		Ni 基合金 溶湯 配号	単結晶 Ni 基合金鋳物		
		鋳結晶配号	精密鋳造鋳型本体配号		鋳品方位が (100) の面積割合 (%)		
本発明法	1	(a)	図 1	(1)	100	100	100
	2	(a)	図 2 (a)	(1)	100	100	100
	3	(a)	図 2 (b)	(2)	100	100	100
	4	(b)	図 2 (c)	(2)	100	100	100
	5	(b)	図 2 (d)	(1)	100	100	100
従来法	1	(a)	図 3	(1)	86	92	95
	2	(b)	図 3	(2)	60	81	97

## 【0012】

【発明の効果】表1に示される結果から、本発明法1～5によれば、単結晶Ni基合金鋳物が大型になっても従来法1、2に比して著しく高い単結晶化率で単結晶Ni基合金鋳物を製造することができる事が明らかである。上述のように、この発明の方法は、高い単結晶化率での単結晶Ni基合金鋳物の製造を可能とするものであるから、例えば各種ガスタービンエンジンの大型化の推\*

\* 進に大いに寄与するものである。

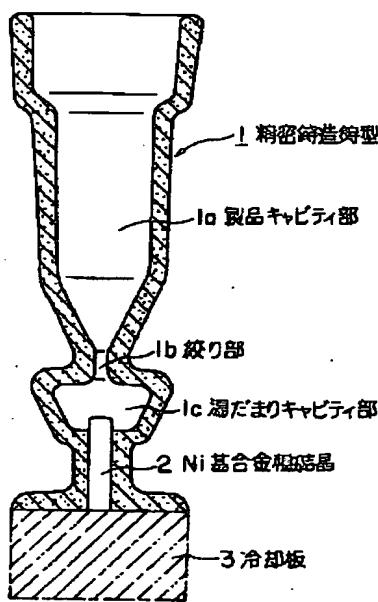
## 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の方法で用いられる精密鋳造鋳型の1例を示す概略縦断面図である。

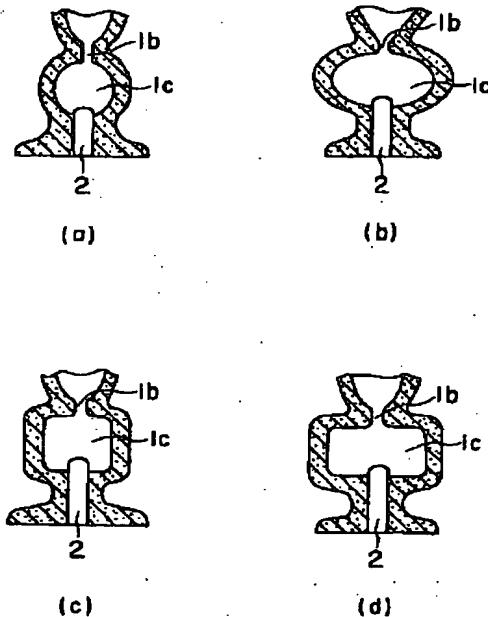
【図2】この発明の方法で用いられる精密鋳造鋳型の変形例を示す要部概略縦断面図である。

【図3】従来法で用いられる精密鋳造鋳型を例示する概略縦断面図である。

【図1】



【図2】



【図3】

